

**Partial Translation of  
JP 9 (1997)-198709 A**

Publication Date : July 31, 1997

5 Application No. : 8(1996)-9048

Application Date : January 23, 1996

Applicant : SONY CORP.

[Translation of address omitted]

10 Title of the Invention : MUTILAYERED OPTICAL DISK AND  
RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

*Translation of Column 1, line 1 to Column 4, line 4*

**【Claims】**

15 **【Claim 1】**

A multilayered optical disk in which a recording part is formed by laminating not less than two information recording layers on a transparent substrate on which recesses and projections are formed, with a transparent layer being interposed between the information recording layers, wherein at 20 least a first information recording layer is made of a phase changing material as a recording material, the first information recording layer being closest to the transparent substrate.

**【Claim 2】**

The multilayered optical disk according to claim 1, wherein 25 information signals are recorded according to phase changing between a crystalline state and an amorphous state of the phase changing material in the information recording layer made of the phase changing material as the recording material.

**【Claim 3】**

30 The multilayered optical disk according to claim 2, wherein the phase changing material that forms the information recording layer has a melting point of not higher than 700 C°.

**【Claim 4】**

35 The multilayered optical disk according to claim 2, wherein the phase changing material that forms the information recording layer has a crystallizing point of not lower than 150 C°.

**【Claim 5】**

The multilayered optical disk according to claim 2, wherein the phase changing material that forms the information recording layer has a crystallizing rate of not higher than 500 nsec.

5   **【Claim 6】**

The multilayered optical disk according to claim 2, wherein the phase changing material forming the information recording layer contains at least one of Au, Al, Ag, Bi, Cu, Cr, Co, Cd, Ce, Cs, Dy, Fe, Ge, Gd, Ga, Hf, In, K, La, Li, Mn, Mo, Ni, Nb, Nd, Na, Os, Pd, Pr, Pb, Ru, Rh, Rb, Sn, Sb, Si, 10 Sm, Sc, Se, Te, Ti, Tb, Ta, Ti, V, W, Y, Zn, and Zr.

**【Claim 7】**

The multilayered optical disk according to claim 6, wherein the phase changing material that forms the information recording layer is Se-based chalcogenide, Si-added Se-based chalcogenide or  $\text{TeO}_x$ .

15   **【Claim 8】**

The multilayered optical disk according to claim 2, wherein the recording part is composed of two information recording layers made of phase changing materials as recording materials, one of the two information recording layers being the first information recording layer closest to the transparent substrate, and the other being a second information recording layer.

**【Claim 9】**

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein the phase changing material forming the first information recording layer has a reflectance of not less than 10 % in the crystalline state, and a light transmittance of not less than 40 % in the crystalline state and the amorphous state.

**【Claim 10】**

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein the phase changing material forming the second information recording layer has a reflectance of not less than 30 % in the crystalline state, and a light absorptance of not less than 60 % in the crystalline state and the amorphous state.

**【Claim 11】**

35   The multilayered optical disk according to claim 8, wherein: the phase changing material forming the first information recording

layer has a rate of the reflectances in the crystalline state and in the amorphous state of not less than 1.5; and

the phase changing material forming the second information recording layer has a rate of the reflectances in the crystalline state and in the amorphous state of not less than 1.5.

5       【Claim 12】

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein an index of refraction  $nc_1$  and an extinction coefficient  $kc_1$  in the crystalline state of the phase changing material forming the first information recording layer satisfy  $nc_1 \leq 8.0$  and  $kc_1 \leq 5.0$ , respectively.

10      【Claim 13】

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein an index of refraction  $na_1$  and an extinction coefficient  $ka_1$  in the amorphous state of the phase changing material forming the first information recording layer satisfy  $na_1 \leq 7.0$  and  $ka_1 \leq 4.0$ , respectively.

15      【Claim 14】

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein an index of refraction  $nc_1$  and an extinction coefficient  $kc_1$  in the crystalline state and an index of refraction  $na_1$  and an extinction coefficient  $ka_1$  in the amorphous state of the phase changing material forming the first information recording layer satisfy:

$$1/5 \cdot (nc_1/na_1) + (kc_1/ka_1) \leq 10; \text{ or}$$

$$(nc_1/na_1) + 1/5 \cdot (kc_1/ka_1) \leq 10.$$

【Claim 15】

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein an index of refraction  $nc_2$  and an extinction coefficient  $kc_2$  in the crystalline state of the phase changing material forming the second information recording layer satisfy  $1.0 \leq nc_2 \leq 8.0$  and  $1.0 \leq kc_2 \leq 7.0$ , respectively.

25      【Claim 16】

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein an index of refraction  $na_2$  and an extinction coefficient  $ka_2$  in the amorphous state of the phase changing material forming the second information recording layer satisfy  $1.0 \leq na_2 \leq 7.0$  and  $kc_2 \leq 5.0$ , respectively.

30      【Claim 17】

The multilayered optical disk according to claim 8, wherein an index of refraction  $nc_2$  and an extinction coefficient  $kc_2$  in the crystalline state and

an index of refraction  $na_2$  and an extinction coefficient  $ka_2$  in the amorphous state of the phase changing material forming the second information recording layer satisfy  $(nc_2/na_2) + (kc_2/ka_2) \leq 4$ .

**【Claim 18】**

- 5        The multilayered optical disk according to claim 1, wherein a topmost layer of the recording part is a reflection film.

**【Claim 19】**

- 10      The multilayered optical disk according to claim 1, wherein the information recording layer made of a phase changing material as a recording material is composed of a first dielectric protective film, a phase changing material film, and a second dielectric protective film that are laminated in the stated order.

**【Claim 20】**

- 15      The multilayered optical disk according to claim 19, wherein the dielectric protective film has a thermal conductivity of not less than 0.1 J/sec·cm·K.

**【Claim 21】**

The multilayered optical disk according to claim 19, wherein a topmost layer of the recording part is a reflection film.

**20      【Claim 22】**

The multilayered optical disk according to claim 1, wherein the information recording layer made of a phase changing material as a recording material is made of a first dielectric protective film, a phase changing material film, a second dielectric protective film and a third dielectric protective film that are laminated in the stated order.

**25      【Claim 23】**

The multilayered optical disk according to claim 22, wherein the third dielectric protective film has a thermal conductivity of not less than 0.1 J/sec·cm·K.

**30      【Claim 24】**

The multilayered optical disk according to claim 1, wherein: each of the information recording layers made of phase changing materials as recording materials, except for the topmost layer of the recording part, is composed of a first dielectric protective film, a phase changing material film, a second dielectric protective film, and a third dielectric protective film that are laminated in the stated order; and

the topmost information recording layer is composed of a first dielectric protective film, a phase changing material film, a second dielectric protective film, and a reflection film that are laminated in the stated order.

**[Claim 25]**

5       The multilayered optical disk according to claim 19, wherein the third dielectric protective film has a thermal conductivity of not less than 0.1 J/sec·cm·K.

**[Claim 26]**

10      The multilayered optical disk according to claim 19, wherein:  
          the recording part is composed of two information recording layers, one being the first information recording layer closest to the substrate and the other being a second information recording layer, each information recording layer being composed of a first dielectric protective film, a phase changing material film, and a second dielectric protective film; and

15      in the first information recording layer, the first dielectric protective film has a thickness of 100 nm to 200 nm, the phase changing material film has a thickness of 10 nm to 30 nm, and the second dielectric protective film has a thickness of 100 nm to 200 nm.

**[Claim 27]**

20      The multilayered optical disk according to claim 26, wherein, in the second information recording layer, the first dielectric protective film has a thickness of 80 nm to 200 nm, the phase changing material film has a thickness of 10 nm to 30 nm, and the second dielectric protective film has a thickness of 10 nm to 30 nm.

**[Claim 28]**

25      The multilayered optical disk according to claim 1, wherein:  
          information signals are recorded in the first information recording layer in the write-once form, or in the rewritable form; and  
          information signals are recorded in the second information recording layer in the read-only form, the write-once form, or the rewritable form.

**[Claim 29]**

30      The multilayered optical disk according to claim 28, wherein the second information recording layer is made of any one of a magneto-optical recording material, a phase changing material, and an organic coloring material.

**[Claim 30]**

The multilayered optical disk according to claim 28, wherein the recording part is composed of two information recording layers, and information signals are recorded in the first information recording layer in the write-once form.

5      **【Claim 31】**

The multilayered optical disk according to claim 30, wherein a film made of a phase changing material to form the first information recording layer is in the amorphous state, and information signals are recorded with the phase change from the amorphous state to the crystalline state of the 10 phase changing material.

10     **【Claim 32】**

A recording-reproducing device comprising a multilayered optical disk having not less than two information recording layers, an irradiating system composed of a light source for emitting a laser beam and an objective lens, and a light receiving system made of photodiodes, wherein:

15     recording/reproduction of information signals is carried out with respect to each of the information recording layers independently by shifting and controlling the objective lens at multiple levels in an optical axis direction so that the laser beam is focused to each of the information 20 recording layers of the multilayered optical disk.

*Translation of Column 5, line 30 to Column 6, line 14*

**[0012]**

From the foregoing viewpoints, the information recording layer that 25 has been used in a multilayered optical disk has a relatively high light absorptance, and a quantity of light of a laser beam significantly decreases when passing therethrough. Therefore, it is difficult to obtain an irradiating light intensity and a reflected light intensity at the second information recording layer, and the information recording layers located 30 farther from the substrate than the second information recording layer, and hence, a sufficient reproduction output is not obtained.

**[0013]**

Therefore, the present invention is made in light of the prior art as described above, and it is an object of the present invention to provide a 35 multilayered optical disk and a recording-reproducing device with which sufficient output power can be obtained from an information recording layer

second closest to the substrate or those farther from the substrate than that.

**【0014】**

[Means for solving problems]

To achieve the foregoing object, the multilayered optical disk of the  
5 present invention is a multilayered optical disk in which a recording part is  
formed by laminating not less than two information recording layers on a  
transparent substrate on which recesses and projections are formed, with a  
transparent layer being interposed between the information recording  
layers. At least a first information recording layer, closest to the  
10 transparent substrate, is made of a phase changing material as a recording  
material.

**【0015】**

Since a phase changing material generally has a high light  
transmittance, the use of the phase changing material in the first  
15 information recording layer suppresses the attenuation of light when  
passing through the first information recording layer. Therefore, this  
allows light to enter the information recording layer laminated thereon  
while having a sufficient intensity, and also allows light reflected from the  
foregoing information recording layer to be received while having a  
20 sufficient intensity. As a result, sufficient reproduction signal amplitudes  
can be obtained from the second information recording layer and the farther  
ones, let alone the first information recording layer.

**【0016】**

The recording and/or reproduction of information signals to each  
25 information recording layer of such a multilayered optical disk is carried out  
by a recording-reproducing device including an irradiating system composed  
of a light source for emitting a laser beam and an objective lens, and a light  
receiving system made of photodiodes, wherein information signals are  
recorded and/or reproduced with respect to each of the information  
30 recording layers by shifting and controlling the objective lens at multiple  
levels in an optical axis direction so that the laser beam is focused to each of  
the information recording layers of the multilayered optical disk.

*Translation of Column 13, line 30 to Column 21, line 6*

**35 【0069】**

The following description will depict the experiment results of

specific examples of the present invention.

【0070】

Example 1

A multilayered optical disk produced according to the present  
5 example is shown in FIG. 4.

【0071】

The multilayered optical disk is formed by providing, on a transparent substrate 1, a recording part 5 composed of a first information recording layer 2, a transparent layer 3, and a second information recording layer 4, and further providing a protective film 6 on the recording part 5.  
10 The first information recording layer 2 is composed of three films that are a first dielectric protective film 7, a first phase changing material film 8, and a second dielectric protective film 9. The second information recording layer 4 is composed of four layers that are a third dielectric protective film 10, a second phase changing material film 11, a fourth dielectric protective film 12, and a reflection film 13. In the multilayered optical disk,  
15 information signals are recorded in the rewritable form in the first and second information recording layers 2 and 4. A multilayered optical disk thus configured was produced in the following manner.

20 【0072】

A polycarbonate substrate 1 on whose disk surface a groove (guide groove) 1a was formed was prepared.

【0073】

Then, on the surface of the polycarbonate substrate 1 on which the  
25 groove 1a was formed, the first dielectric protective film 7 made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture, the first phase changing material film 8 made of an Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> binary alloy, and the second dielectric protective film 9 made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture were formed successively, so that the first information recording layer 2 was formed.

30 【0074】

It should be noted that the thicknesses of layers composing the first information recording layer were as follows.

【0075】

Thicknesses of the layers composing the first information recording  
35 layer were:

the first dielectric protective film : 130 nm

the first phase changing material film : 20 nm

the second dielectric protective film : 100 nm

Furthermore, the optical constants of the layers composing the first information recording layer with respect to a wavelength of 780 nm were as follows.

5      **【0076】**

Optical constants of a phase changing material film ( $Sb_2Se_3$ ) of the first information recording layer were:

in the crystalline state:

10        index of refraction  $nc_1$  ; 4.45

extinction coefficient  $kc_1$  ; 0.82

in the amorphous state:

index of refraction  $na_1$  ; 3.96

extinction coefficient  $ka_1$  ; 0.38

15      Therefore, the following was satisfied.

$$1/5 \cdot (nc_1/na_1) + (kc_1/ka_1) = 2.4 (\leq 10)$$

$$(nc_1/na_1) + 1/5 \cdot (kc_1/ka_1) = 1.6 (\leq 10)$$

【0077】

Next, the transparent layer 3 having patterns of projections and recesses was formed by the photopolymer (2P) method on the first information recording layer thus formed. It should be noted that the transparent layer had a thickness of 100  $\mu m$ .

【0078】

Subsequently, on the transparent layer 3, the third dielectric protective film 10 made of a  $ZnS \cdot SiO_2$  mixture, the second phase changing material film 11 made of a  $Ge_2Sb_2Te_5$  ternary alloy, the fourth dielectric protective film 12 made of a  $ZnS \cdot SiO_2$  mixture, and the reflection film 13 made of Al were formed successively, so that the second information recording layer 4 was formed.

30      **【0079】**

It should be noted that the thicknesses of layers composing the second information recording layer 4 were as follows.

【0080】

Thicknesses of the layers composing the second information recording layer were:

35        the third dielectric protective film : 130 nm

the second phase changing material film : 22 nm  
the fourth dielectric protective film : 12 nm  
the reflection film ; 150 nm

Furthermore, the optical constants of the layers composing the  
5 second information recording layer with respect to a wavelength of 780 nm  
were as follows.

**【0081】**

Optical constants of a phase changing material film ( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ ) of  
the second information recording layer were:

10 in the crystalline state:

index of refraction  $n_{c2}$  ; 5.2  
extinction coefficient  $k_{c2}$  ; 3.97

in the amorphous state:

index of refraction  $n_{a2}$  ; 4.4  
extinction coefficient  $k_{a2}$  ; 1.45

Therefore,  $(n_{c2}/n_{a2}) + (k_{c2}/k_{a2}) = 3.9 (\leq 4)$  was satisfied.

**【0082】**

Finally, by providing an ultraviolet-hardening resin on the second  
information recording layer by spin-coating, the protective film 6 with a  
20 thickness of 7  $\mu\text{m}$  was formed. Thus, the multilayered optical disk was  
produced.

**【0083】**

In the multilayered optical disk thus formed, since the phase  
changing material film was formed in the amorphous state, it was converted  
25 into the crystalline state by irradiating the entire surface of the phase  
changing material film with a laser beam (initialization). Then, recording  
pits were formed with respect to each of the phase changing material films  
thus formed, and optical characteristics of a portion where the recording pit  
was formed and a portion where the recording pit was not formed were  
30 determined with respect to a laser beam having a wavelength of 780 nm.  
In the present case, the recording pit was formed by converging a laser  
beam so as to heat the phase changing material film locally to over a  
melting point thereof, and thereafter, cooling the same, so that the material  
was converted to the amorphous state. Therefore, the portion where the  
35 recording pit was formed was a portion where the phase transition to the  
amorphous state occurred, while the portion where the recording pit was not

formed was a portion where the crystalline state was maintained.

**【0084】**

The optical characteristics of the first and second information recording layers determined using an optical system shown in FIG. 3 are  
5 shown below. The reflectances, light absorptances, and light transmittances shown below are values when the respective intensities of light when entering the information recording layers (in the case of the second information recording layer, light that have passed through the first information recording layer and enters the second information recording  
10 layer) are assumed to be 100%.

**【0085】**

The optical characteristics of the first information recording layer were:

in the crystalline portion:

15 reflectance  $Rc_1$  ; 12.2 %

light absorptance  $Ac_1$  ; 25.2 %

light transmittance  $Tc_1$  ; 62.6 %

in the amorphous portion:

reflectance  $Ra_1$  ; 6.0 %

20 light absorptance  $Aa_1$  ; 13.6 %

light transmittance  $Ta_1$  ; 80.4 %

The optical characteristics of the second information recording layer were:

in the crystalline portion

25 reflectance  $Rc_2$  ; 29.7 %

light absorptance  $Ac_2$  ; 66.6 %

in the amorphous portion:

reflectance  $Ra_2$  ; 5.7 %

light absorptance  $Aa_2$  ; 78.6

30 Thus, in the multilayered optical disk, the first information recording layer had a high light transmittance. Therefore, it is possible to allow light having passed through the first information recording layer to enter the second information recording layer with a sufficient intensity. Furthermore, in both of the first and second information recording layers,  
35 high reflectances were obtained. Besides, a high rate of reflectances was obtained from the crystalline and amorphous portions, and this high rate of

reflectances allowed recording pits to be detected accurately. Therefore, excellent recording/reproduction characteristics could be obtained.

**【0086】**

In the foregoing example, the first and second information recording layers both were rewritable, but in the case where in a multilayered optical disk formed so as to have the same layer configuration, the first information recording layer was made write-once and the second information recording layer was made rewritable, the same optical characteristics as those in the case where the both were rewritable were obtained, and excellent recording/reproduction characteristics were obtained. It should be noted that the recording pits may be formed by converting the information recording layer used for write-once by the initializing operation once, then causing a phase transition into the amorphous state locally. Alternatively, the recording pits may be formed by locally causing a phase transition into the crystalline state to the phase changing material, without carrying out the initializing operation. In the latter case, an advantage of omitting the initializing operation can be achieved.

**【0087】**

**Example 2**

A configuration of a multilayered optical disk produced in the present example is shown in FIG. 5. The multilayered optical disk is formed by providing, on a transparent substrate 14, a recording part 43 composed of a first information recording layer 15, a transparent layer 16, and a second information recording layer 17, a transparent layer 18, and a third information recording layer 19, and further providing a protective film 20 on the recording part 43. The first information recording layer 15 is composed of three films that are a first dielectric protective film 21, a first phase changing material film 22, and a second dielectric protective film 23. The second information recording layer 17 is composed of three layers that are a third dielectric protective film 24, a second phase changing material film 25, and a fourth dielectric protective film 26. The third information recording layer 19 is composed of four layers that are a fifth dielectric protective film 27, a third phase changing material film 28, a sixth dielectric protective film 29, and a reflection film 30. In the multilayered optical disk, information signals are recorded in the rewritable form in the first, second, and third information recording layers 15, 17, and 19. A multilayered

optical disk thus configured was produced in the following manner.

【0088】

A polycarbonate substrate 14 on whose disk surface a groove (guide groove) 14a was formed was prepared.

5      【0089】

Then, on the surface of the polycarbonate substrate 14 on which the groove 14a was formed, the first dielectric protective film 21 made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture, the first phase changing material film 22 made of an Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> binary alloy, and the second dielectric protective film 23 made of a 10 ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture were formed successively, so that the first information recording layer 15 was formed.

【0090】

It should be noted that the thicknesses of layers composing the first information recording layer 15 were as follows.

15     【0091】

Thicknesses of the layers composing the first information recording layer were:

the first dielectric protective film : 130 nm

the first phase changing material film : 20 nm

20       the second dielectric protective film : 100 nm

Furthermore, the optical constants of the layers composing the first information recording layer with respect to a wavelength of 780 nm were as follows.

【0092】

25       Optical constants of a phase changing material film (Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>) of the first information recording layer were:

in the crystalline state:

index of refraction nc<sub>1</sub> ; 4.45

extinction coefficient kc<sub>1</sub> ; 0.82

30       in the amorphous state:

index of refraction na<sub>1</sub> ; 3.96

extinction coefficient ka<sub>1</sub> ; 0.38

Therefore, the following was satisfied.

$$1/5 \cdot (nc_1/na_1) + (kc_1/ka_1) = 2.4 (\leq 10)$$

35       (nc<sub>1</sub>/na<sub>1</sub>) + 1/5 \cdot (kc<sub>1</sub>/ka<sub>1</sub>) = 1.6 (\leq 10)

【0093】

Next, the transparent layer 16 having patterns of projections and recesses was formed by the photopolymer (2P) method on the first information recording layer thus formed. It should be noted that the transparent layer had a thickness of 100  $\mu\text{m}$ .

5      **【0094】**

Then, on the foregoing transparent layer 16, the second information layer 17 was formed with the same materials in the same film thickness configuration.

**【0095】**

10     Subsequently, the transparent layer 18 having patterns of projections and recesses was formed by the photopolymer method thereon, so as to have a thickness of 100  $\mu\text{m}$ . Furthermore, on the transparent layer 18, the fifth dielectric protective film 27 made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture, the third phase changing material film 28 made of a Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> ternary alloy, the sixth dielectric protective film 29 made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture, and the reflection film 30 made of Al were formed successively, so that the third information recording layer 19 was formed.

**【0096】**

20     It should be noted that the thicknesses of layers composing the third information recording layer 19 were as follows.

**【0097】**

Thicknesses of the layers composing the third information recording layer were:

- 25     the fifth dielectric protective film : 200 nm  
the third phase changing material film : 24 nm  
the sixth dielectric protective film : 30 nm  
the reflection film : 150 nm

30     Furthermore, the optical constants of the layers composing the third information recording layer with respect to a wavelength of 780 nm were as follows.

**【0098】**

Optical constants of a phase changing material film (Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>) of the second information recording layer were:

- in the crystalline state:  
35     index of refraction  $n_{c3}$  ; 5.2  
extinction coefficient  $k_{c3}$  ; 3.97

in the amorphous state:

index of refraction  $n_{a3}$  ; 4.4

extinction coefficient  $k_{a3}$  ; 1.45

Therefore,  $(n_{c3}/n_{a3}) + (k_{c3}/k_{a3}) = 3.9 (\leq 4)$  was satisfied.

5      **[0099]**

Finally, by providing an ultraviolet-hardening resin on the third information recording layer 19 by spin-coating, the protective film 20 with a thickness of 7  $\mu\text{m}$  was formed. Thus, the multilayered optical disk was produced.

10     **[0100]**

An initializing operation was applied to the multilayered optical disk thus formed, using the same optical system used in Example 1, and thereafter, recording pits were formed. Then, recording pits were formed with respect to each of the phase changing material films thus formed, and optical characteristics of a portion where the recording pit was formed and a portion where the recording pit was not formed, with respect to a laser beam having a wavelength of 780 nm, were determined. The results of the same are shown below. It should be noted that the reflectances, light absorptances, and light transmittances shown below are values when the respective intensities of light when entering the information recording layers (in the case of the second and third information recording layers, light that have passed through the information recording layers located closer to the substrate and enters the information recording layers) are assumed to be 100%.

25     **[0101]**

The optical characteristics of the first information recording layer were:

in the crystalline portion:

reflectance  $R_{c1}$  ; 12.2 %

30        light absorptance  $A_{c1}$  ; 25.2 %

light transmittance  $T_{c1}$  ; 62.6 %

in the amorphous portion:

reflectance  $R_{a1}$  ; 6.0 %

light absorptance  $A_{a1}$  ; 13.6 %

35        light transmittance  $T_{a1}$  ; 80.4 %

The optical characteristics of the second information recording layer

were:

in the crystalline portion:

reflectance  $Rc_2$  ; 12.2 %

light absorptance  $Ac_2$  ; 25.2 %

5

light transmittance  $Tc_2$  ; 62.6

in the amorphous portion:

reflectance  $Ra_2$  ; 6.0 %

light absorptance  $Aa_2$  ; 13.6 %

light transmittance  $Ta_2$  ; 80.4 %

10 The optical characteristics of the third information recording layer

were:

in the crystalline portion

reflectance  $Rc_3$  ; 37.4 %

light absorptance  $Ac_3$  ; 60.9 %

15

in the amorphous portion:

reflectance  $Ra_3$  ; 13.0 %

light absorptance  $Ta_3$  ; 78.8 %

Thus, in the multilayered optical disk, the first and second information recording layers had high light transmittances. Therefore, it is possible to allow light having passed therethrough to enter the third information recording layer with a sufficient intensity. Furthermore, in any one of the information recording layers, high reflectances were obtained. Besides, a high rate of reflectances was obtained from the crystalline and amorphous portions, and this high rate of reflectances allowed recording pits to be detected accurately. Therefore, excellent recording/reproduction characteristics could be obtained.

### 【0102】

#### Example 3

A multilayered optical disk formed in the present example is formed by providing, on a transparent substrate, a recording part composed of a first information recording layer, a transparent layer, and a second information recording layer, and further providing a protective film on the recording part. The first information recording layer is composed of three films that are a first dielectric protective film, a first phase changing material film, and a second dielectric protective film. The second information recording layer is composed of four layers that are a third

dielectric protective film, a second phase changing material film, a third dielectric protective film, and a reflection film. In the multilayered optical disk, information signals are recorded in the write-once form in the first information recording layer, while information signals are recorded in the rewritable form in the second information recording layer. A multilayered optical disk thus configured was produced in the following manner.

5        [0103]

A polycarbonate substrate on whose disk surface a groove (guide groove) was formed was prepared.

10      [0104]

Then, on the surface of the polycarbonate substrate, the first dielectric protective film made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture, the first phase changing material film made of an Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> ternary alloy, and the second dielectric protective film made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture were formed successively, so that the first information recording layer was formed.

15      [0105]

It should be noted that the thicknesses of layers composing the first information recording layer were as follows.

20      [0106]

Thicknesses of the layers composing the second information recording layer were:

the first dielectric protective film : 110 nm

the first phase changing material film : 20 nm

the second dielectric protective film : 160 nm

25      Furthermore, the optical constants of the layers composing the first information recording layer with respect to a wavelength of 780 nm were as follows.

[0107]

Optical constants of a phase changing material film (Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>) of the first information recording layer were:

in the crystalline state:

index of refraction n<sub>c1</sub> ; 5.2

extinction coefficient k<sub>c1</sub> ; 3.97

in the amorphous state:

35      index of refraction n<sub>a1</sub> ; 4.4

extinction coefficient k<sub>a1</sub> ; 1.45

Therefore, the following was satisfied.

$$1/5 \cdot (nc_1/na_1) + (kc_1/ka_1) = 3.0 (\leq 10)$$

$$(nc_1/na_1) + 1/5 \cdot (kc_1/ka_1) = 1.7 (\leq 10)$$

#### 【0108】

5 Next, the transparent layer having patterns of projections and recesses was formed by the photopolymer (2P) method on the first information recording layer thus formed. It should be noted that the transparent layer had a thickness of 100  $\mu\text{m}$ .

#### 【0109】

10 Subsequently, on the transparent layer, the third dielectric protective film made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture, the second phase changing material film made of a Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> ternary alloy, the fourth dielectric protective film made of a ZnS-SiO<sub>2</sub> mixture, and the reflection film made of Al were formed successively, so that the second information recording layer  
15 was formed.

#### 【0110】

It should be noted that the thicknesses of layers composing the second information recording layer were as follows.

#### 【0111】

20 Thicknesses of the layers composing the second information recording layer were:

the third dielectric protective film : 130 nm

the second phase changing material film : 18 nm

the fourth dielectric protective film : 14 nm

25 the reflection film ; 150 nm

Furthermore, the optical constants of the layers composing the second information recording layer with respect to a wavelength of 780 nm were as follows.

#### 【0112】

30 Optical constants of a phase changing material film (Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>) of the second information recording layer were:

in the crystalline state:

index of refraction nc<sub>2</sub> ; 5.2

extinction coefficient kc<sub>2</sub> ; 3.97

35 in the amorphous state:

index of refraction na<sub>2</sub> ; 4.4

extinction coefficient  $ka_2$ ; 1.45

Therefore,  $(nc_2/na_2) + (kc_2/ka_2) = 3.9 (\leq 4)$  was satisfied.

【0113】

Finally, by providing an ultraviolet-hardening resin on the second information recording layer by spin-coating, the protective film with a thickness of 7  $\mu\text{m}$  was formed. Thus, the multilayered optical disk was produced.

【0114】

An initializing operation was applied to the multilayered optical disk thus formed, using the same optical system used in Example 1, and thereafter, recording pits were formed. Then, recording pits were formed with respect to each of the phase changing material films thus formed, and optical characteristics of a portion where the recording pit was formed and a portion where the recording pit was not formed, with respect to a laser beam having a wavelength of 780 nm, were determined. The results of the same are shown below. It should be noted that the reflectances, light absorptances, and light transmittances shown below are values when the respective intensities of light when entering the information recording layers (in the case of the second information recording layer, light that have passed through the first information recording layer and enters the information recording layers) are assumed to be 100%.

【0115】

The optical characteristics of the first information recording layer were:

in the crystalline portion:

reflectance  $Rc_1$ ; 26.5 %

light absorptance  $Ac_1$ ; 59.3 %

light transmittance  $Tc_1$ ; 14.0 %

in the amorphous portion:

reflectance  $Ra_1$ ; 6.7 %

light absorptance  $Aa_1$ ; 50.0 %

light transmittance  $Ta_1$ ; 42.4 %

The optical characteristics of the second information recording layer were:

in the crystalline portion

reflectance  $Rc_2$ ; 26.4 %

light absorptance  $A_{C2}$  ; 68.9 %

in the amorphous portion:

reflectance  $R_{A2}$  ; 10.6 %

light absorptance  $A_{A2}$ ; 72.4 %

- 5        Thus, in the multilayered optical disk, the first information recording layer had a too small light transmittance. Therefore, it is impossible to allow light having passed through the first information recording layer to enter the second information recording layer with a sufficient intensity. Additionally, since the second information recording  
10      layer has a small reflectance, a sufficient reproduction signal amplitude cannot be obtained from the second information recording layer.

**【0116】**

- 15      It should be noted that from the results of experiments with respect to other samples, it has been confirmed that to obtain a sufficient signal amplitude from the second information recording layer, it is necessary that the first information recording layer should have a light transmittance of not less than 40 % in both of the crystalline portion and in the amorphous portion, and it is necessary that the second information recording layer should have a reflectance of not less than 30 %.

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09198709 A

(43) Date of publication of application: 31.07.97

(51) Int. Cl

G11B 7/24

(21) Application number: 08009048

(71) Applicant: SONY CORP

(22) Date of filing: 23.01.96

(72) Inventor: YASUDA KOICHI  
YODA MARIKO  
KASAMI YUTAKA  
KURODA YUJI

(54) MULTILAYERED OPTICAL DISK AND  
RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

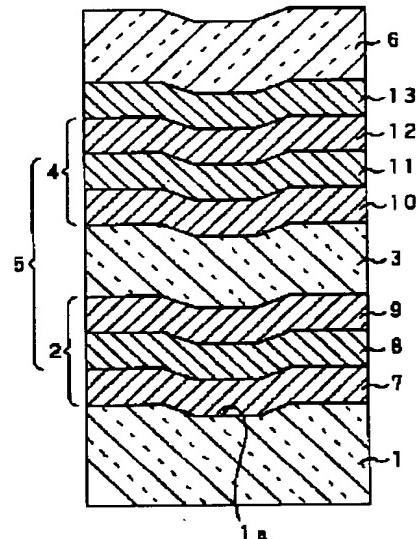
recording of information signals as rewritable signals.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain sufficient reproduced output from information recording layers existing in the second layer and the layers above it by using a phase changing material as a recording material in the information recording layer of the first layer from a transparent substrate side.

SOLUTION: A recording part 5 consisting of the information recording layer 2, a transparent layer 3 and the information recording layer 4, is formed on a transparent substrate 1. A protective film 6 is formed on this recording part 5. The information recording layer 2 is composed of three layers; a dielectric protective film 7, a phase changing material film 8 and a dielectric protective film 9. The information recording layer 4 is composed of four layers; a dielectric protective film 10, a phase changing material film 11, a dielectric protective film 12 and a reflection film 13. The information recording layers 2, 4 of this multilayered optical disk are subjected to



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-198709

(43)公開日 平成9年(1997)7月31日

(51)Int.Cl. <sup>o</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 11 B 7/24	5 2 2	8721-5D 8721-5D	G 11 B 7/24	5 2 2 H 5 2 2 D

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全14頁)

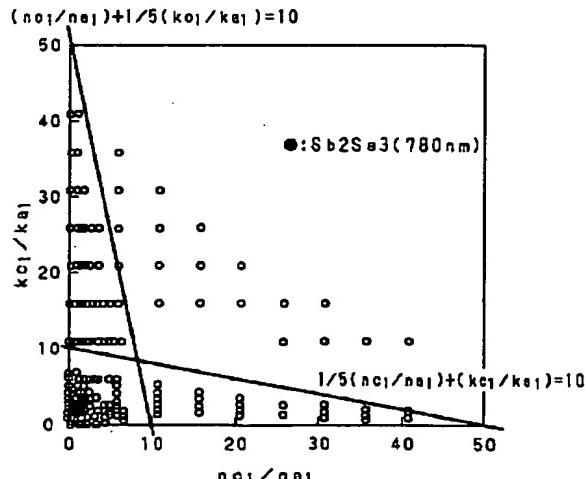
(21)出願番号	特願平8-9048	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成8年(1996)1月23日	(72)発明者	保田 宏一 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72)発明者	依田 真里子 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72)発明者	笠見 裕 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小池 晃 (外2名)
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多層光ディスク及び記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 多層光ディスクにおいて、2層目以上の情報記録層4に十分な強度でレーザ光が照射されるとともに、この情報記録層4からの反射光が十分な強度で受光されるようにし、1層目の情報記録層2では勿論のこと、2層目以上の情報記録層4からも十分な再生出力が得られるようにする。

【解決手段】 透明基板側から少なくとも1層目の情報記録層の記録材料として相変化材料を用いる。相変化材料としてはSe系カルコゲナイト、TeO<sub>x</sub>が好適である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 凹凸パターンが形成された透明基板上に、2層以上の情報記録層が透明層を介して積層されることで記録部が構成される多層光ディスクにおいて、上記透明基板側から少なくとも1層目の情報記録層は、相変化材料を記録材料とすることを特徴とする多層光ディスク。

【請求項 2】 相変化材料を記録材料とする情報記録層は、相変化材料の結晶状態と非晶質状態との相変化によって情報信号の記録が行われることを特徴とする請求項1記載の多層光ディスク。

【請求項 3】 情報記録層を構成する相変化材料は、融点が700℃以下であることを特徴とする請求項2記載の多層光ディスク。

【請求項 4】 情報記録層を構成する相変化材料は、結晶化温度が150℃以上であることを特徴とする請求項2記載の多層光ディスク。

【請求項 5】 情報記録層を構成する相変化材料は、結晶化速度が500nsec以下であることを特徴とする請求項2記載の多層光ディスク。

【請求項 6】 情報記録層を構成する相変化材料は、Au, Al, Ag, Bi, Cu, Cr, Co, Cd, Ce, Cs, Dy, Fe, Ge, Gd, Ga, Hf, In, K, La, Li, Mn, Mo, Ni, Nb, Nd, Na, Os, Pd, Pr, Pb, Ru, Rh, Rb, Sn, Sb, Si, Sm, Sc, Se, Te, Ti, Tb, Ta, Ti, V, W, Y, Zn, Zrの少なくともいずれか1種を含むことを特徴とする請求項2記載の多層光ディスク。

【請求項 7】 情報記録層を構成する相変化材料は、Se系のカルコゲナイト、Siが添加されたSe系のカルコゲナイトあるいはTeO<sub>2</sub>であることを特徴とする請求項6記載の多層光ディスク。

【請求項 8】 記録部が、相変化材料を記録材料とする2層の情報記録層によって構成されていることを特徴とする請求項2記載の多層光ディスク。

【請求項 9】 透明基板側から1層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での反射率が10%以上であり、結晶状態及び非晶質状態での光透過率が40%以上であることを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 10】 透明基板側から2層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での反射率が30%以上であり、結晶状態及び非晶質状態での光吸収率が60%以上であることを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 11】 透明基板側から1層目の情報記録層を構成する相変化材料の結晶状態と非晶質状態での反射率の比が1.5以上であり、2層目の情報記録層を構成する相変化材料の結晶状態と非晶質状態での反射率の比が

1.5以上であることを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 12】 透明基板側から1層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での屈折率n<sub>c1</sub>、消衰係数k<sub>c1</sub>が、それぞれn<sub>c1</sub>≤8.0、k<sub>c1</sub>≤5.0なる条件を満たすことを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 13】 透明基板側から1層目の情報記録層を構成する相変化材料の、非晶質状態での屈折率n<sub>a1</sub>、消衰係数k<sub>a1</sub>が、それぞれn<sub>a1</sub>≤7.0、k<sub>a1</sub>≤4.0であることを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 14】 透明基板側から1層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での屈折率n<sub>c1</sub>、消衰係数k<sub>c1</sub>及び非晶質状態での屈折率n<sub>a1</sub>、消衰係数k<sub>a1</sub>が、1/5·(n<sub>c1</sub>/n<sub>a1</sub>) + (k<sub>c1</sub>/k<sub>a1</sub>) ≤1.0または(n<sub>c1</sub>/n<sub>a1</sub>) + 1/5·(k<sub>c1</sub>/k<sub>a1</sub>) ≤1.0なる条件を満たすことを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 15】 透明基板側から2層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での屈折率n<sub>c2</sub>、消衰係数k<sub>c2</sub>が、それぞれ1.0≤n<sub>c2</sub>≤8.0、1.0≤k<sub>c2</sub>≤7.0なる条件を満たすことを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 16】 透明基板側から2層目の情報記録層を構成する相変化材料の、非晶状態での屈折率n<sub>a2</sub>、消衰係数k<sub>a2</sub>が、それぞれ1.0≤n<sub>a2</sub>≤7.0、k<sub>a2</sub>≤5.0なる条件を満たすことを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 17】 透明基板側から2層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での屈折率n<sub>c2</sub>、消衰係数k<sub>c2</sub>及び非晶質状態での屈折率n<sub>a2</sub>、消衰係数k<sub>a2</sub>が、(n<sub>c2</sub>/n<sub>a2</sub>) + (k<sub>c2</sub>/k<sub>a2</sub>) ≤4なる条件を満たすことを特徴とする請求項8記載の多層光ディスク。

【請求項 18】 記録部の最上層は、反射膜であることを特徴とする請求項1記載の多層光ディスク。

【請求項 19】 相変化材料を記録材料とする情報記録層は、第1の誘電体保護膜、相変化材料膜、第2の誘電体保護膜がこの順に積層されて構成されていることを特徴とする請求項1記載の多層光ディスク。

【請求項 20】 誘電体保護膜の熱伝導率が、0.1J/sec·cm·K以上であることを特徴とする請求項19記載の多層光ディスク。

【請求項 21】 記録部の最上層は、反射膜であることを特徴とする請求項19記載の多層光ディスク。

【請求項 22】 相変化材料を記録材料とする情報記録層は、第1の誘電体保護膜、相変化材料膜、第2の誘電体保護膜、第3の誘電体保護膜がこの順に積層されて構成されていることを特徴とする請求項1記載の多層光ディスク。

イスク。

【請求項23】 第3の誘電体保護膜の熱伝導率が、  
0.1 J/sec·cm·K以上であることを特徴とする  
請求項22記載の多層光ディスク。

【請求項24】 相変化材料を記録材料とする情報記録層は、記録部の最上層を除いて第1の誘電体保護膜、相変化材料膜、第2の誘電体保護膜、第3の誘電体保護膜がこの順に積層されて構成され、最上層の情報記録層は、第1の誘電体保護膜、相変化材料膜、第2の誘電体保護膜、反射膜がこの順に積層されて構成されていることを特徴とする請求項1記載の多層光ディスク。

【請求項25】 第3の誘電体保護膜の熱伝導率が、  
0.1 J/sec·cm·K以上であることを特徴とする  
請求項24記載の多層光ディスク。

【請求項26】 記録部が、第1誘電体保護膜、相変化材料膜、第2誘電体保護膜よりなる情報記録層が2層積層されて構成され、透明基板側から1層目の情報記録層は、第1の誘電体保護膜の膜厚が100~200nm、相変化材料膜の膜厚が10~30nm、第2の誘電体保護膜の膜厚が100~200nmであることを特徴とする請求項19記載の多層光ディスク。

【請求項27】 透明基板側から2層目の情報記録層は、第1誘電体保護膜の膜厚が80~200nm、相変化材料膜の膜厚が10~30nm、第2誘電体保護膜の膜厚が10~30nmであることを特徴とする請求項26記載の多層光ディスク。

【請求項28】 透明基板側から1層目の情報記録層には、追記方式あるいは書き換え可能方式によって情報信号の記録が行われ、2層目の情報記録層には、再生専用方式、追記方式あるいは書き換え可能方式によって情報信号の記録が行われることを特徴とする請求項1記載の多層光ディスク。

【請求項29】 2層目の情報記録層は、光磁気記録材料、相変化材料、有機色素材料のいずれかよりなることを特徴とする請求項28記載の多層光ディスク。

【請求項30】 記録部が、2層の情報記録層によって構成され、透明基板側から1層目の情報記録層には追記方式によって情報信号の記録が行われることを特徴とする請求項28記載の多層光ディスク。

【請求項31】 透明基板側から1層目の情報記録層は、成膜された相変化材料膜が非晶質状態であり、この相変化材料の非晶質状態から結晶状態への相変化によって情報信号の記録が行われることを特徴とする請求項30記載の多層光ディスク。

【請求項32】 2層以上の情報記録層を有する多層光ディスクと、レーザ光を照射する光源と対物レンズよりなる照射系と、フォトダイオードよりなる受光系によって構成され、

対物レンズが、多層光ディスクの各情報記録層にレーザ

光の焦点が合うように光軸方向に多段階に移動制御されることで、各情報記録層に対する情報信号の記録及び/または再生を独立に行うことを特徴とする記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、記録部が複数層の情報記録層によって構成される多層光ディスクに関する。

10 【0002】

【従来の技術】 近年、いわゆるマルチメディアの興隆に伴い、デジタル動画のような大容量の情報を取り扱う要請が生じており、このような大容量の情報を蓄積し、必要に応じてランダムアクセスして再生することの必要が高まっている。

【0003】 光ディスクは、ランダムアクセスが可能であり、大容量で、記録再生装置からの取り出しが可能（リムーバブル）という特長を有する記憶媒体で、これまで各方面で大量に使用されているが、前述のような大容量化に対応するためにはこれまで以上の多量の情報を扱い得ることが要求される。

【0004】 このような光ディスクにおいて、2次元方向での記録密度は、用いるレーザ光源の最小スポット径によって決まり、この最小スポット径が小さい場合程高密度に信号記録が行える。このため、この最小スポット径を小径化すべく、光源の短波長化、対物レンズの開口数NAの増大化が図られている。しかしながら、光源の短波長化や対物レンズの開口数NAの増大化には、技術上制限があり、2次元方向での記録密度の向上は限界にきているのが現状である。

【0005】 このため、3次元方向での記録容量を増大させること、すなわち情報信号を蓄積する情報記録層を厚み方向に多数積層することが試みられている。

【0006】 ここで、光ディスクの情報記録層には、予め記録された情報信号を再生するだけの再生専用、ユーザーによって一度だけ情報信号の書き込みが可能な追記用、情報信号の書き込み、消去が繰り返し行える書き換え可能用があり、その用途に合わせて適切な材料が選択される。

40 【0007】 上述のような情報記録層を多層に積層した多層光ディスクでは、これらタイプの情報記録層を複数積層させたり、組み合わせて積層させた構成が考えられ、具体的には、再生専用の情報記録層を2層積層したもの、追記用の情報記録層を2層積層したものが提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、多層光ディスクでは、各情報記録層を区別して情報信号の記録再生を行う必要がある。このような情報信号の記録再生は、通常、レーザ光を集光したときの焦点位置が、各情報記

録層で異なることを利用して行われる。すなわち、基板側から対物レンズを介してレーザ光を照射し、基板側から1層目の情報記録層に焦点を合わせた場合には、他の情報記録層には焦点が合っていないので、この焦点が合っている1層目の情報記録層に対してのみ情報信号の記録再生が行われる。また、2層目の情報記録層に焦点を合わせた場合には、この焦点が合っている2層目の情報記録層に対してのみ情報信号の記録再生が行われることになる。

【0009】ここで、問題となるのは、2層目の情報記録層、さらには2層目よりも上層にある情報記録層に対する情報信号の記録再生である。

【0010】2層目の情報記録層には、1層目の情報記録層を通過してレーザ光が照射される。このとき、レーザ光は1層目の情報記録層によってある程度吸収されるため、2層目の情報記録層に実際に照射されるレーザ光の強度は光源から出射したときの強度よりも弱くなる。また、2層目の情報記録層より反射した反射光は、1層目の情報記録層を通過して受光部で受光される。このときも、反射光は1層目の情報記録によって吸収されるため、受光部で受光される光強度は、2層目の情報記録層で反射されたときの強度よりも弱くなる。

【0011】さらに2層目よりも上層にあるn層目の情報記録層では、(n-1)層の情報記録層を通過してレーザ光が照射され、また、その反射光は(n-1)層の情報記録層を通過して受光部で受光される。したがって、情報記録層は上層になる程、照射されるレーザ光の強度が弱いものとなり、また受光される反射光の強度も弱いものとなる。

【0012】このような点から見たときに、これまで多層光ディスクで用いられている情報記録層は光の吸収率が比較的高く、これを通過することでレーザ光の光量が大きく減衰する。このため、2層目の情報記録層、さらには2層目よりも上層にある情報記録層では照射光強度、反射光強度を得るのが困難で、十分な再生出力が得られないといった問題がある。

【0013】そこで、本発明はこのような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、基板側から2層目、さらには2層目よりも上層にある情報記録層からも十分な再生出力が得られる多層光ディスク及び記録再生装置を提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の多層光ディスクは、凹凸パターンが形成された透明基板上に、2層以上の情報記録層よりなる記録部が形成されてなる多層光ディスクであって、上記透明基板側から少なくとも1層目の情報記録層は、相変化材料を記録材料とすることを特徴とするものである。

【0015】相変化材料は、一般に光透過率が高いため、この相変化材料を基板側から1層目の情報記録層に

用いると、この1層目の情報記録層を通過することによる光の減衰が小さく抑えられる。このため、その上に積層される情報記録層に十分な強度で光が入射され、またこの情報記録層からの反射光が十分な強度で受光されるようになり、1層目の情報記録層からは勿論のこと、2層目以上の情報記録層からも十分な再生信号振幅が得られるようになる。

【0016】このような多層光ディスクの各情報記録層への情報信号の記録及び／または再生は、レーザ光を照射する光源と対物レンズよりなる照射系と、フォトダイオードよりなる受光系によって構成され、上記対物レンズが、上記多層光ディスクの各情報記録層にレーザ光の焦点が合うように光軸方向に多段階に移動制御される記録再生装置によって行われる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る光ディスクの実施の形態について説明する。

【0018】この実施の形態の多層光ディスクは、凹凸パターンが形成された透明基板上に、2層以上の情報記録層よりなる記録部が形成されて構成されている。そして、各情報記録層の間には凹凸パターンが形成された透明層が介在する。このような多層光ディスクでは、例えば基板側からレーザ光を照射し、各情報記録層に集光させることで、それぞれの情報記録層に記録された情報信号が独立に記録・再生される。

【0019】この多層光ディスクにおいて、透明基板としては、ポリカーボネートやポリメチルメタクリレート(PMMA)等のアクリル系樹脂よりなるプラスチック基板やガラス基板等が用いられる。前者の場合には射出成形によって、後者の場合にはフォトポリマー法(2P法)によって、案内溝等が凹凸形状として形成される。

【0020】この基板上に形成される記録部は、2層以上の情報記録層によって構成され、特に上記透明基板側から少なくとも1層目の情報記録層は、相変化材料を記録材料として構成されている。

【0021】記録材料に用いられる相変化材料としては、結晶状態と非晶質状態との間で相変化するタイプのもの等が用いられる。このようなタイプの相変化材料膜では、例えば次のようにして記録ピットが形成される。

【0022】すなわち、相変化材料膜は、例えばスパッタリング法によって成膜された場合、成膜直後で非晶質状態を呈している。このような非晶質状態の相変化材料膜を、まず結晶化温度以上に昇温させることで結晶状態に相変化させる(初期化)。そして、この状態で、例えば基板側からレーザ光を照射すると、そのレーザ光が集光された領域で結晶状態から非晶質状態への相変化が生じ、反射率が変化する。この反射率が変化した部分が記録ピットとなる。この記録ピットは、ピットが形成された部分と、形成されていない部分との反射率差を利用することで検出される。

【0023】このようなタイプの相変化材料を選択するに当たっては、以下の点に着目するのが望ましい。

【0024】まず、冷却時に、相分離等の組成変化や偏析が生じ難く、また形成される結晶の種類が少ない材料を選択する必要がある。

【0025】さらに、融点、結晶化温度、結晶化速度が適正範囲内にある材料を選択するのが望ましい。

【0026】すなわち、相変化材料の融点は、700℃以下であるのが望ましい。相変化材料膜を非晶質状態に相変化させるには、この相変化材料膜を融点以上に温度上昇させなければならない。したがって、相変化材料の融点が高過ぎると、相変化材料がそのような高温に温度上昇されることで、これと隣接して設けられる保護膜や基板に熱的負担が生じる。

【0027】また、相変化材料の結晶化温度は、150℃以上であるのが好ましい。相変化材料の結晶化温度が低過ぎると、記録ピットの熱安定性が不足し、情報の保存信頼性が低くなる。

【0028】さらに、相変化材料の結晶化速度は、500nsec以下であるのが望ましい。光ディスクの線速度は2~20m/secの範囲であり、レーザ光のディスク面上でのスポット径は1μm程度である。したがって、相変化材料膜上のある点においてレーザ光が照射される時間は50~500nsecになる。このような照射時間内に、相変化を生じせしめるには、相変化材料の結晶化速度は500nsec以下であることが必要である。

【0029】相変化材料としては、Au, Al, Ag, Bi, Cu, Cr, Co, Cd, Ce, Cs, Dy, Fe, Ge, Gd, Ga, Hf, In, K, La, Li, Mn, Mo, Ni, Nb, Nd, Na, Os, Pd, Pr, Pb, Ru, Rh, Rb, Sn, Sb, Si, Sm, Sc, Se, Te, Ti, Tb, Ta, Ti, V, W, Y, Zn, Zrの少なくとも一種を含むものを用いることが望ましい。そのような材料としては、SbSe系化合物、SbSeSi系化合物、InSe系化合物、InSeSi系化合物、GeSbTe系化合物、AgInTeSb系化合物、AsTeGe系化合物、TeGeSn系化合物、SnTeSe系化合物、TeGeSnAu系化合物、SbTeSe系化合物、InSeTl系化合物、InSb系化合物、InSbSe系化合物、AgZn合金、CuAlNi合金、InSeTlCo系化合物、SiTeSn系化合物、あるいはTeO<sub>x</sub>(0 < x < 2)等の低酸化物等が挙げられ、具体的にはSb, Se, Ge, Sb, Te, (融点600℃、結晶化温度172℃、結晶化速度50nsec)等がある。このうちTeO<sub>x</sub>は結晶状態が比較的安定であり、記録ピットの熱安定性を確保するのに有利である。また、Siが添加されているSe系カルコゲナイトは、結晶化速度が比較的速いと

いった長所を有する。

【0030】これらの相変化材料を情報記録層の記録材料として用いるに当たっては、情報記録層の光学特性と、情報記録層の記録部における位置との関係を考慮することが重要になる。

【0031】すなわち、多層光ディスクにおいて、2層目の情報記録層、さらには2層目よりも上層にあるn層目の情報記録層では、それよりも下層にある(n-1)層の情報記録層を通過してレーザ光が照射される。また、これら情報記録層から反射された反射光は、(n-1)層の情報記録層を通過して受光部で受光される。

【0032】したがって、上層にある情報記録層に照射されるレーザ強度や、この情報記録層から反射された反射光の受光強度は、その下層にある情報記録層の光学特性に影響を受ける。このため、下層側にある情報記録層は十分な再生信号振幅を得られるだけの反射率を有するとともに、光透過率も高いことが必要である。また、上層側にある情報記録層は、比較的低い強度の光であっても、記録ピットが形成でき、またその記録ピットから十分な再生信号振幅が得られるように、反射率及び光吸収率が高いことが重要である。記録部の構成を設計するには、これらのこととを考慮することが必要である。

【0033】例えば、相変化材料を記録材料とする2層の情報記録層によって記録部が構成されている場合を例にすると、基板側から1層目の情報記録層では、記録再生光に対する結晶状態での反射率R<sub>c1</sub>及び光透過率T<sub>c1</sub>、非晶質状態での反射率R<sub>a1</sub>及び光透過率T<sub>a1</sub>は、次の条件を満たしていることが望ましい。

【0034】R<sub>c1</sub>≥10%

30 R<sub>c1</sub>/R<sub>a1</sub>≥1.5

T<sub>c1</sub>, T<sub>a1</sub>≥40%

また、基板側から2層目の情報記録層では、記録再生光に対する結晶状態での反射率R<sub>c2</sub>及び光吸収率A<sub>c2</sub>、非晶質状態での反射率R<sub>a2</sub>及び光吸収率A<sub>a2</sub>は、次の条件を満たしていることが望ましい。

【0035】R<sub>c2</sub>≥30%

R<sub>c2</sub>/R<sub>a2</sub>≥1.5

A<sub>c2</sub>, A<sub>a2</sub>≥60%

1層目の情報記録層において、結晶状態での反射率R<sub>c1</sub>及び非晶質状態での反射率R<sub>a1</sub>は再生信号振幅の点から設定されるものであり、このR<sub>c1</sub>, R<sub>a1</sub>が上記範囲から外れる場合には1層目の情報記録層から得られる再生信号振幅が不足する。

【0036】また、1層目の情報記録層における結晶状態での光透過率T<sub>c1</sub>及び非晶質状態での光透過率T<sub>a1</sub>は、この1層目の情報記録層を通過することによるレーザ光の減衰を抑える点から決められるものである。このT<sub>c1</sub>, T<sub>a1</sub>が上記範囲外であると、1層目の情報記録層を通過することでレーザ光の強度が減衰し、2層目の情報記録層に十分な強度でレーザ光を照射することがで

きず、またこの層からの反射光を十分な強度で受光することができない。これにより、2層目の情報記録層における記録ピットの形成、記録ピットの検出が困難になる。

【0037】一方、2層目の情報記録層において、結晶状態での光吸収率 $A_{c_2}$ 及び非晶質状態での光吸収率 $A_{a_2}$ は、比較的弱いレーザ光強度であっても相変化が生じ得るように設定されるものである。この $A_{c_2}$ ,  $A_{a_2}$ が上記範囲から外れると、2層目の情報記録層において記録ピットの形成が困難になる。

【0038】また、2層目の情報記録層における結晶状態での反射率 $R_{c_2}$ 及び非晶質状態での反射率 $R_{a_2}$ は、再生信号振幅の点から設定されるものであり、この $R_{c_2}$ ,  $R_{a_2}$ が上記範囲から外れる場合には2層目の情報記録層から得られる再生信号振幅が不足する。

\*

\* 【0039】このような情報記録層の光学特性は、情報記録層の層構成、すなわち誘電体層や反射層の併用や、記録材料として用いる相変化材料の屈折率 $n$ や消衰係数 $k$ に依存する。

【0040】例えば、記録部が、表1に示すような構成(熱的に最適な構成)の2層の情報記録層で構成されている場合には、それぞれ記録再生光に対する光学定数が次式を満たす相変化材料を用いることで、先に示した光学特性を有する情報記録層が実現する。なお、この光学定数は、情報記録層で要求される光学特性が得られるような条件を設定し、多層膜マトリックス計算方法に基づいて求めたものである。

【0041】

【表1】

1層目の情報記録層			
構成		誘電体保護膜/相変化材料膜/誘電体保護膜	
(ZnS-SiO <sub>2</sub> )		(ZnS-SiO <sub>2</sub> )	
膜厚			
100~200nm		10~30nm	
光学特性			
$R_{c_1} \geq 10\%$ , $T_{c_1}, T_{a_1} \geq 40\%$			
2層目の情報記録層			
構成		誘電体保護膜/相変化材料膜/誘電体保護膜/金属反射膜	
(ZnS-SiO <sub>2</sub> )		(ZnS-SiO <sub>2</sub> )	
膜厚			
100~200nm		10~30nm	
光学特性			
$R_{c_2} \geq 30\%$ , $A_{c_2}, A_{a_2} \geq 60\%$			

【0042】第1の情報記録層の相変化材料：

$$1/5 (n_{c_1}/n_{a_1}) + (k_{c_1}/k_{a_1}) \leq 1.0$$

または、

$$(n_{c_1}/n_{a_1}) + 1/5 (k_{c_1}/k_{a_1}) \leq 1.0$$

$n_{c_1}$ : 相変化材料の結晶状態での屈折率

$n_{a_1}$ : 相変化材料の非晶質状態での屈折率

$k_{c_1}$ : 相変化材料の結晶状態での消衰係数

$k_{a_1}$ : 相変化材料の非晶質状態での消衰係数

第2の情報記録層の相変化材料：

$$(n_{c_2}/n_{a_2}) + (k_{c_2}/k_{a_2}) \leq 4$$

$n_{c_2}$ : 相変化材料の結晶状態での屈折率

$n_{a_2}$ : 相変化材料の非晶質状態での屈折率

$k_{c_2}$ : 相変化材料の結晶状態での消衰係数

$k_{a_2}$ : 相変化材料の非晶質状態での消衰係数

数値範囲で言えば、第1の情報記録層では、 $n_{c_1} \leq$

8.0,  $k_{c_1} \leq 5.0$ ,  $n_{a_1} \leq 7.0$ ,  $k_{a_1} \leq 4.$

0なる条件を満たす相変化材料が好ましく、第2の情報記録層では、 $1.0 \leq n_{c_2} \leq 8.0$ ,  $1.0 \leq k_{c_2} \leq 7.0$ ,  $1.0 \leq n_{a_2} \leq 7.0$ ,  $k_{a_2} \leq 5.0$ なる条件を満たす相変化材料を用いるのが好ましい。

【0043】なお、図1に横軸を $n_{c_1}/n_{a_1}$ とし、縦軸を $k_{c_1}/k_{a_1}$ として、各種相変化材料の $n_{c_1}$ ,  $n_{a_1}$ ,  $k_{c_1}$ ,  $k_{a_1}$ をプロットした特性図を示す。ま

た、図2に横軸を $n_{c_2}/n_{a_2}$ とし、縦軸を $k_{c_2}/k_{a_2}$ として、各種相変化材料の $n_{c_2}$ ,  $n_{a_2}$ ,  $k_{c_2}$ ,  $k_{a_2}$ をプロットした特性図を示す。

【0044】また、情報記録層での光学特性や熱的特性は、その層構成によっても影響され、誘電体保護膜や金属反射膜を併用することで情報記録層のこれら特性を制御するようにしても良い。

【0045】例えば、相変化材料膜を上下から挟み込むようにして誘電体保護膜を設けた場合、基板側の誘電体保護膜(第1の誘電体保護膜)は、光学的干渉効果により、情報記録層の光学的特性(反射率、光吸収率、光透過率)に大きく作用する。

40 【0046】また、誘電体材料は、一般に熱拡散しにくい性質を有しているため、基板と逆側の誘電体保護膜(第2の誘電体保護膜)は、相変化材料膜の冷却速度に影響する。この第2の誘電体保護膜の膜厚が厚い程、相変化材料膜に熱が蓄積しやすくなり、冷却速度は遅くなる(徐冷構造)。

【0047】この場合、レーザ光に対する感度は向上するが、相変化材料膜に熱が蓄積し、当該相変化材料膜が流動するといった問題が生じる。

【0048】このような熱の蓄積を抑えるためには、金属反射膜や第3の誘電体保護膜の併用が有効である。

【0049】すなわち、記録部の最上層となる情報記録層には、その上に情報記録層が形成されておらず、光透過率の制限はないので、第2の誘電体層上にさらに金属反射膜を設けるようにしても良い。第2の誘電体保護膜の厚さを薄くし、さらにこの金属反射膜を設けると、相変化材料膜の熱が第2の誘電体保護膜を介して金属反射膜に拡散し易くなるので、冷却速度は速くなる（急冷構造）。

【0050】なお、最上層以外の情報記録層には、金属反射膜を設ける代わりに、第3の誘電体保護膜を設けるようにしても良い。この第3の誘電体保護膜として比較的熱伝導率の大きなものを用いれば、熱の拡散が促進され、相変化材料膜の熱の蓄積を防止することができる。また、記録部が最上層となる情報記録層では、第2の誘電体保護膜と金属反射膜の間に、さらに第3の誘電体保護膜を設けるようにしても良い。

【0051】もちろん、第3の誘電体保護膜を設けず、第1の誘電体保護膜、第2の誘電体保護膜として熱伝導率の高いものを用いるようにしても、熱の蓄積防止に効果がある。

【0052】誘電体保護膜の材料としては、レーザ光波長領域において吸収の少ないものであればいずれでもよく、Al等の金属やSi等の半導体元素の窒化物、酸化物、硫化物、例えばZnS-SiO<sub>2</sub>混合体等が挙げられる。なお、熱の拡散効果を期待する場合には、Al、N<sub>x</sub>やSiC等の熱伝導率の高いものを用いるのが望ましい。

【0053】金属反射膜としては、Al、Dy、Au、Ag、BiSe<sub>x</sub>や、これらとTi、Cr等の合金等が用いられる。

【0054】また、情報記録層の熱的特性には、相変化材料膜自体の膜厚も大きく影響する。相変化材料膜の膜厚が、厚過ぎる場合には熱容量が大きくなり、再結晶化し易くなる。この場合、消去比は向上するが、蓄熱効果によって相変化材料膜の流動が起き易くなり、オーバーライト特性（耐久性）が劣化する。一方、相変化材料膜の膜厚が薄すぎると、膜自体の劣化も激しくなる。

【0055】情報記録層での層構成は、以上のような光学特性や熱的特性への影響を考慮して最適化される。

【0056】例えば、記録部が2層の情報記録層より構成され、このうち基板側から1層目の情報記録層が、第1の誘電体保護膜、相変化材料膜及び第2の誘電体保護膜よりなり、2層目の情報記録層が、第1の誘電体保護膜、相変化材料膜、第2の誘電体保護膜及び金属反射膜からなる場合には、それぞれの層の膜厚は次のような範囲となされているのが望ましい。

【0057】第1の情報記録層の膜厚構成

第1の誘電体保護膜：100nm以上200nm以下  
相変化材料膜：10nm以上30nm以下

第2の誘電体保護膜：100nm以上200nm以下

#### 第2の情報記録層の膜厚構成

第1の誘電体保護膜：80nm以上200nm以下

相変化材料膜：10nm以上30nm以下

第2の誘電体保護膜：10nm以上30nm以下

本発明の多層光ディスクは、このように相変化材料を記録材料とする情報記録層を少なくとも1層目に有して構成される。この相変化材料を記録材料とする情報記録層は、ユーザーによって一度だけ書き込みが可能な追記用あるいは書き込み、消去が繰り返し行える書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。

【0058】書き換え可能用とする場合には、成膜状態の相変化材料膜全体を結晶状態に相変化させ（初期化）、この結晶状態となされた膜を局的に非晶質状態に相変化させることで記録ピットを形成する。

【0059】また、追記用とする場合には、このように初期化を行った後に記録ピットを形成するようにしても良いが、初期化せずに、非晶質状態の膜を局的に結晶状態に相変化させることで記録ピットを形成するようにしても構わない。後者の場合、初期化操作の手間が省けるといった利点がある。

【0060】そして、この1層目の情報記録層上には、1層以上の情報記録層が間に透明層を介して積層される。

【0061】この2層目の情報記録層、さらには2層目よりも上層の情報記録層では相変化材料を用いても、この他の材料を記録材料として用いてもいずれでも良い。

【0062】なお、情報記録層同士の間に介在させる透明層は、情報記録層同士を光学的に分離する役割を果たすものである。したがってある程度の厚さが必要である。具体的には30μm以上とすることが好ましい。透明層の厚さがあまり薄過ぎると、第1の情報記録層からの反射光と、第2の情報記録層からの反射光が十分に分離することができなくなつて、正確な検出が難しい。また、あまり厚さが厚過ぎると、球面収差等が発生することから、この点を考慮して適正な厚さに設定する必要がある。なお、この透明層には、その上に形成される情報記録層が追記用、書き換え可能用である場合には案内溝等が凹凸形状として形成される。また、再生専用である場合には案内溝とともに情報信号が凹凸形状として形成される。

【0063】2層目の情報記録層、さらには2層目よりも上層の情報記録層で用いる記録材料としては、その情報記録層の用途によって適切なものが選択される。

【0064】例えば、追記用あるいは書き換え可能用の情報記録層では、相変化材料、希土類-遷移金属合金非晶質薄膜等の光磁気記録材料あるいは有機色素材料が記録材料として用いられる。相変化材料を用いる場合には、先に示した各種条件を考慮して材料や層の構成を設計する。

【0065】また、再生専用の情報記録層は、情報信号

に対応して凹凸パターンが形成された透明層上に、金属反射膜を成膜することで情報記録層が構成される。

【0066】以上のような多層光ディスクに対する情報信号の記録再生は、図3に示すような光学系によって行われる。なお、ここでは、情報記録層が3層形成された多層光ディスクへの記録再生を例にして説明する。

【0067】この光学系は、光源31となる半導体レーザ(波長780nm)、コリメータレンズ32、1/4波長板33及び対物レンズ34よりなる照射系35と、集光レンズ36、シリンドリカルレンズ37及びフォトダイオード38よりなるフォーカスサーボ系39によって構成されている。光学特性が測定される光ディスク40は、基板51側を、この光学系の対物レンズ34と対向させて、ターンテーブル上に載置される。

【0068】このような光学系では、光源31から出射したレーザ光は、コリメータレンズ32を通過することで平行光になり、この平行光はビームスプリッタ41、1/4波長板33、対物レンズ34を通過し、ディスク面上にビームスポット42を形成する。一方、ディスク面から反射された反射光は、再び対物レンズ34、1/4波長板32を通過し、ビームスプリッタ41に入射する。ビームスプリッタ41に入射した光は、フォーカスサーボ系39に反射され、集光レンズ36、シリンドリカルレンズ37を経てフォトダイオード38で受光され、光強度が検出される。この光強度の情報は、対物レンズ34を光軸方向(図中、A方向)に移動制御する2軸デバイス(図示せず)に伝わり、記録再生すべき情報記録層52、53、54にレーザ光が集束するよう、対物レンズ34が移動操作される。

#### 【0069】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について実験結果に基づいて説明する。

#### 【0070】実験例1

本実施例で作成した多層光ディスクの構成を図4に示す。

【0071】この多層光ディスクは、透明基板1上に、第1の情報記録層2、透明層3及び第2の情報記録層4よりなる記録部5が形成され、さらにこの記録部5上に保護膜6が形成されて構成されている。上記第1の情報記録層2は、第1の誘電体保護膜7、第1の相変化材料膜8及び第2の誘電体保護膜9の3層によって構成され、第2の情報記録層4は、第3の誘電体保護膜10、第2の相変化材料膜11、第4の誘電体保護膜12及び反射膜13の4層によって構成されている。この多層光ディスクでは、第1の情報記録層2、第2の情報記録層4に、いずれも書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。このような構成の多層光ディスクを以下のようにして作成した。

【0072】まず、ディスク面にグループ(案内溝)1aが形成されたポリカーボネート基板1を用意した。

【0073】そして、このポリカーボネート基板1のグループ1が形成された面に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第1の誘電体保護膜7、Sb<sub>x</sub>Se<sub>y</sub>二元合金よりなる第1の相変化材料膜8及びZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第2の誘電体保護膜9を順次被着形成することで第1の情報記録層2を形成した。

【0074】なお、第1の情報記録層を構成する各層の膜厚は次の通りである。

#### 【0075】第1の情報記録層の膜厚構成

10 第1の誘電体保護膜：130nm

第1の相変化材料膜：20nm

第2の誘電体保護膜：100nm

また、第1の相変化材料膜の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

#### 【0076】第1の情報記録層の相変化材料膜(Sb<sub>x</sub>Se<sub>y</sub>)の光学定数

結晶状態：

屈折率n<sub>c1</sub>；4.45

消衰係数k<sub>c1</sub>；0.82

20 非晶質状態：

屈折率n<sub>a1</sub>；3.96

消衰係数k<sub>a1</sub>；0.38

したがって、1/5(n<sub>c1</sub>/n<sub>a1</sub>) + k<sub>c1</sub>/k<sub>a1</sub> = 2.4(≤1.0)、n<sub>c1</sub>/n<sub>a1</sub> + 1/5(k<sub>c1</sub>/k<sub>a1</sub>) = 1.6(≤1.0)である。

【0077】次に、このようにして形成された第1の情報記録層上に、フォトポリマー(2P)法によって凹凸パターンを有する透明層3を形成した。なお、この透明層3の厚さは100μmである。

30 【0078】続いて、この透明層3上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第3の誘電体保護膜10、Ge<sub>x</sub>Sb<sub>y</sub>Te<sub>z</sub>三元合金よりなる第2の相変化材料膜11、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第4の誘電体保護膜12、Alよりなる反射膜13を順次被着形成することで第2の情報記録層4を形成した。

【0079】なお、第2の情報記録層4を構成する各層の膜厚は次の通りである。

#### 【0080】第2の情報記録層の膜厚構成

第3の誘電体保護膜：130nm

40 第2の相変化材料膜：22nm

第4の誘電体保護膜：12nm

反射膜：150nm

また、第2の相変化材料膜の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

#### 【0081】第2の情報記録層の相変化材料膜(Ge<sub>x</sub>Sb<sub>y</sub>Te<sub>z</sub>)の光学定数

結晶状態：

屈折率n<sub>c2</sub>；5.2

消衰係数k<sub>c2</sub>；3.97

50 非晶質状態：

屈折率  $n_{a_2}$  : 4.4

消衰係数  $k_{a_2}$  : 1.45

したがって、 $(n_{c_2}/n_{a_2}) + (k_{c_2}/k_{a_2}) = 3.9 (\leq 4.0)$  である。

【0082】そして、最後に、この第2の情報記録層上に、紫外線硬化樹脂をスピンドルコートすることで膜厚7μmの保護膜6を形成し、多層光ディスクを作成した。

【0083】以上のようにして作成された多層光ディスクでは、相変化材料膜が非晶質状態で成膜されているので、各相変化材料膜の全面にレーザ光を照射することで結晶状態とした（初期化）。そして、この初期化された各相変化材料膜に対して、記録ビットを形成し、記録ビットが形成された部分と形成されていない部分での波長780nmのレーザ光に対する光学特性を調べた。この場合、記録ビットは、レーザ光を集光することで相変化材料膜を局所的に融点以上にまで昇温させ、その後、急冷し、これによって材料を非晶質状態に相変化させることで形成される。したがって、記録ビットが形成された部分とは非晶質状態に相変化した部分であり、記録ビットが形成されていない部分とは結晶状態に保持されている部分である。

【0084】図3に示す光学系を用いて測定された第1の情報記録層、第2の情報記録層の光学特性を以下に示す。なお、以下に示す反射率、光吸収率、光透過率は、それぞれの情報記録層に入射した光（第2の情報記録層の場合、第1の情報記録層を透過して、第2の情報記録層に入射した光）の強度を100%としたときの値である。

#### 【0085】第1の情報記録層の光学特性

結晶部：

反射率  $R_{c_1}$  : 12.2%

光吸収率  $A_{c_1}$  : 25.2%

光透過率  $T_{c_1}$  : 62.6%

非晶質部：

反射率  $R_{a_1}$  : 6.0%

光吸収率  $A_{a_1}$  : 13.6%

光透過率  $T_{a_1}$  : 80.4%

#### 第2の情報記録層の光学特性

結晶部：

反射率  $R_{c_2}$  : 29.7%

光吸収率  $A_{c_2}$  : 66.6%

非晶質部：

反射率  $R_{a_2}$  : 5.7%

光吸収率  $A_{a_2}$  : 78.6%

このように、この多層光ディスクでは、第1の情報記録層で高い光透過率が得られているので、この第1の情報記録層を透過して第2の情報記録層に十分な強度で光を入射させることができる。また、第1の情報記録層、第2の情報記録層のいずれにおいても、高い反射率が得られ、また結晶部と非晶質部の反射率比が大きいので、こ

の反射率比によって記録ビットを正確に検出することができ、良好な記録再生特性を得ることができる。

【0086】以上の例では、第1の情報記録層及び第2の情報記録層をともに書き換え可能用として用いているが、同様の層構成で作成した多層光ディスクについて、第1の情報記録層を追記用、第2の情報記録層を書き換え可能用としたところ、両方の情報記録層を書き換え可能用として用いた場合と同じ光学特性が得られ、良好な記録再生特性を得ることができた。なお、追記用として用いる情報記録層では、相変化材料膜全体を、一旦、初期化操作によって結晶質状態とした後、局所的に非晶質状態に相変化させることで記録ビットを形成してもよく、初期化をせずに、非晶質状態の相変化材料を局所的に結晶状態に相変化させることで記録ビットを形成しても良い。後者の場合、初期化操作の手間が省けるといった利点がある。

#### 【0087】実験例2

本実施例で作成した多層光ディスクの構成を図5に示す。この多層光ディスクは、透明基板14上に、第1の情報記録層15、透明層16、第2の情報記録層17、透明層18、第3の情報記録層19よりなる記録部43

が形成され、さらにこの記録部43上に保護膜20が形成されて構成されている。上記第1の情報記録層15は第1の誘電体保護膜21、第1の相変化材料膜22、第2の誘電体保護膜23の3層によって構成され、第2の情報記録層17は第3の誘電体保護膜24、第2の相変化材料膜25、第4の誘電体保護膜26の3層によって構成されている。また、第3の情報記録層19は、第5の誘電体保護膜27、第3の相変化材料膜28、第6の誘電体保護膜29及び反射膜30の4層によって構成されている。この多層光ディスクでは、第1の情報記録層15、第2の情報記録層17及び第3の情報記録層19に、書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。このような構成の多層光ディスクを以下のようにして作成した。

【0088】まず、ディスク面にグループ（案内溝）14aが形成されたポリカーボネート基板14を用意した。

【0089】そして、このポリカーボネート基板14のグループ14aが形成された面に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第1の誘電体保護膜21、Sb<sub>x</sub>Se<sub>y</sub>二元合金よりなる第1の相変化材料膜22及びZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第2の誘電体保護膜23を順次被着形成することで第1の情報記録層15を形成した。

【0090】なお、第1の情報記録層15を構成する各層の膜厚は次の通りである。

#### 【0091】第1の情報記録層の膜厚構成

第1の誘電体保護膜：1.30nm

第1の相変化材料膜：2.0nm

第2の誘電体保護膜：1.00nm

また、第1の相変化材料膜の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0092】第1の情報記録層の相変化材料膜(Sb, Se<sub>1</sub>)の光学定数

結晶状態：

屈折率n<sub>c1</sub>: 4.45

消衰係数k<sub>c1</sub>: 0.82

非晶質状態：

屈折率n<sub>a1</sub>: 3.96

消衰係数k<sub>a1</sub>: 0.38

したがって、 $1/5(n_{c1}/n_{a1}) + (k_{c1}/k_{a1}) = 2.4 (\leq 1.0)$ 、 $(n_{c1}/n_{a1}) + 1/5(k_{c1}/k_{a1}) = 1.6 (\leq 1.0)$ である。

【0093】次に、このようにして形成された第1の情報記録層上に、フォトポリマー(2P)法によって凹凸パターンを有する透明層16を形成した。なお、この透明層の厚さは100μmである。

【0094】そして、この透明層16上に、上記第1の情報記録層15と同様の材料、膜厚構成で第2の情報記録層17を形成した。

【0095】統いて、フォトポリマー法によって凹凸パターンを有する透明層18を厚さ100μmで形成し、さらにこの透明層18上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第5の誘電体保護膜27、Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>三元合金よりなる第3の相変化材料膜28、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第6の誘電体保護膜29、Alよりなる反射膜30を順次被着形成することで第3の情報記録層19を形成した。

【0096】なお、第3の情報記録層19を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0097】第3の情報記録層の膜厚構成

第5の誘電体保護膜：200nm

第3の相変化材料膜：24nm

第6の誘電体保護膜：30nm

反射膜：150nm

また、第3の相変化材料膜の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0098】第3の情報記録層の相変化材料膜(Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>)の光学定数

結晶状態：

屈折率n<sub>c3</sub>: 5.2

消衰係数k<sub>c3</sub>: 3.97

非晶質状態：

屈折率n<sub>a3</sub>: 4.4

消衰係数k<sub>a3</sub>: 1.45

したがって、 $(n_{c3}/n_{a3}) + (k_{c3}/k_{a3}) = 3.9 (\leq 4.0)$ である。

【0099】そして、最後に、この第3の情報記録層19上に、紫外線硬化樹脂をスピンドルコートすることで膜厚7μmの保護膜20を形成し、多層光ディスクを作成し

た。

【0100】このようにして作成された多層光ディスクについて、実施例1で用いたのと同様の光学系を用いて初期化を行った後、記録ビットを形成し、記録ビットが形成された部分(非晶質部分)と形成されていない部分(結晶質部分)での波長780nmのレーザ光に対する光学特性を調べた。その結果を以下に示す。なお、以下に示す反射率、光吸収率、光透過率は、それぞれの情報記録層に入射した光(第2の情報記録層、第3の情報記録層の場合、それよりも基板側にある情報記録層を透過して、当該情報記録層に入射した光)の強度を100%としたときの値である。

【0101】第1の情報記録層の光学特性

結晶部：

反射率R<sub>c1</sub>: 12.2%

光吸収率A<sub>c1</sub>: 25.2%

光透過率T<sub>c1</sub>: 62.6%

非晶質部：

反射率R<sub>a1</sub>: 6.0%

20 光吸収率A<sub>a1</sub>: 13.6%

光透過率T<sub>a1</sub>: 80.4%

第2の情報記録層の光学特性

結晶部：

結晶部：

反射率R<sub>c2</sub>: 12.2%

光吸収率A<sub>c2</sub>: 25.2%

光透過率A<sub>a2</sub>: 62.6%

非晶質部：

反射率R<sub>a2</sub>: 6.0%

30 光吸収率A<sub>a2</sub>: 13.6%

光透過率T<sub>a2</sub>: 80.4%

第3の情報記録層の光学特性

結晶部：

反射率R<sub>c3</sub>: 37.4%

光吸収率A<sub>c3</sub>: 60.9%

非晶質部：

反射率R<sub>a3</sub>: 13.0%

光吸収率T<sub>a3</sub>: 78.8%

このように、この多層光ディスクでは、第1の情報記録

40 層、第2の情報記録層で高い光透過率が得られており、これら各層を透過して第3の情報記録層に十分な強度で光を入射させることができる。また、いずれの情報記録層においても、高い反射率が得られ、また結晶部と非晶質部の反射率比が大きいので、この反射率比によって記録ビットを正確に検出することができ、良好な記録再生特性を得ることができる。

【0102】実験例3

本実施例で作成した多層光ディスクは、透明基板上に、第1の情報記録層、透明層及び第2の情報記録層よりも記録部が形成され、さらにこの記録部上に保護膜が形

成されて構成されている。上記第1の情報記録層は、第1の誘電体保護膜、第1の相変化材料膜及び第2の誘電体保護膜の3層によって構成され、第2の情報記録層は、第3の誘電体保護膜、第2の相変化材料膜、第3の誘電体保護膜及び反射膜の4層によって構成されている。この多層光ディスクでは、第1の情報記録層に追記用として情報信号の記録が行われ、第2の情報記録層に書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。このような構成の多層光ディスクを以下のようにして作成した。

【0103】まず、ディスク面にグループ（案内溝）が形成されたポリカーボネート基板を用意した。

【0104】そして、この基板上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第1の誘電体保護膜、Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>三元合金よりなる第1の相変化材料膜、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第2の誘電体保護膜を順次被着形成することで第1の情報記録層を形成した。

【0105】なお、第1の情報記録層を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0106】第2の情報記録層の膜厚構成

第1の誘電体保護膜：110 nm

第1の相変化材料膜：20 nm

第2の誘電体保護膜：160 nm

また、相変化材料膜の波長780 nmにおける光学定数は次の通りである。

【0107】第1の情報記録層の相変化材料膜（Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>）の光学定数

結晶状態：

屈折率n<sub>c1</sub>；5.2

消衰係数k<sub>c1</sub>；3.97

非晶質状態：

屈折率n<sub>a1</sub>；4.4

消衰係数k<sub>a1</sub>；1.45

したがって、 $1/5(n_{c1}/n_{a1}) + (k_{c1}/k_{a1}) = 3.0 (\leq 1.0)$ 、 $(n_{c1}/n_{a1}) + 1/5(k_{c1}/k_{a1}) = 1.7 (\leq 1.0)$ である。

【0108】次に、このようにして形成された第1の情報記録層上に、フォトポリマー（2P）法によって凹凸パターンを有する透明層を形成した。なお、この透明層の厚さは100 μmである。

【0109】続いて、この透明層上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第3の誘電体保護膜、Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>三元合金よりなる第2の相変化材料膜、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第4の誘電体保護膜、Alよりなる反射膜を順次被着形成することで第2の情報記録層を形成した。

【0110】なお、第2の情報記録層を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0111】第2の情報記録層の膜厚構成

第3の誘電体保護膜：130 nm

第2の相変化材料膜：18 nm

第4の誘電体保護膜：14 nm

反射膜：150 nm

また、相変化材料膜の波長780 nmにおける光学定数は次の通りである。

【0112】第2の情報記録層の相変化材料膜（Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>）の光学定数

結晶状態：

屈折率n<sub>c2</sub>；5.2

10 消衰係数k<sub>c2</sub>；3.97

非晶質状態：

屈折率n<sub>a2</sub>；4.4

消衰係数k<sub>a2</sub>；1.45

したがって、 $(n_{c2}/n_{a2}) + (k_{c2}/k_{a2}) = 3.9 (\leq 4.0)$ である。

【0113】そして、最後に、この第2の情報記録層上に、紫外線硬化樹脂をスピニコートすることで膜厚7 μmの保護膜を形成し、多層光ディスクを作成した。

【0114】このようにして作成された多層光ディスク

20 について、実施例1で用いたのと同様の光学系を用いて初期化を行った後、記録ピットを形成し、記録ピットが形成された部分（非晶質部分）と形成されていない部分（結晶質部分）での波長780 nmのレーザ光に対する光学特性を調べた。その結果を以下に示す。なお、以下に示す反射率、光吸収率、光透過率は、それぞれの情報記録層に入射した光（第2の情報記録層の場合、第1の情報記録層を透過して、第2の情報記録層に入射した光）の強度を100%としたときの値である。

【0115】第1の情報記録層の光学特性

30 結晶部：

反射率R<sub>c1</sub>；26.5%

光吸収率A<sub>c1</sub>；59.3%

光透過率T<sub>c1</sub>；14.0%

非晶質部：

反射率R<sub>a1</sub>；6.7%

光吸収率A<sub>a1</sub>；50.0%

光透過率T<sub>a1</sub>；42.4%

第2の情報記録層の光学特性

結晶部：

40 結晶部：

反射率R<sub>c2</sub>；26.4%

光吸収率A<sub>c2</sub>；68.9%

非晶質部：

反射率R<sub>a2</sub>；10.6%

光吸収率A<sub>a2</sub>；72.4%

このようにこの多層光ディスクでは、第1の情報記録層の結晶部での光透過率が小さ過ぎ、第2の情報記録層2に十分な強度で光を入射させることができない。また、それに加えて第2の情報記録層での反射率も小さいため、第2の情報記録層からは十分な再生信号振幅が得ら

50

れない。

【0116】なお、この他の試作実験の結果からも、第2の情報記録層から十分な信号振幅を得るには、第1の情報記録層の光透過率は結晶部、非晶質部とともに40%以上であることが必要であり、また第2の情報記録層の反射率は30%以上必要であることが確認されている。

【0117】

【発明の効果】以上の説明からも明らかのように、本発明の多層光ディスクでは、凹凸パターンが形成された透明基板上に、2層以上の情報記録層が透明層を介して積層されることで記録部が構成される多層光ディスクであって、上記透明基板側から少なくとも1層目の情報記録層は、相変化材料を記録材料として構成されている。

【0118】このような多層光ディスクでは、情報記録層をn層積層させた場合には、単層光ディスクに比べて、少なくともn倍の記録密度が得られ、光ディスクの記録密度を飛躍的に向上させることができる。

【0119】また、透明基板側から少なくとも1層目の情報記録層が相変化材料を記録材料としているので、2層目以上の情報記録層に十分な強度でレーザ光を照射することができ、またこの情報記録層からの反射光を十分\*

\*な強度で受光することができる。したがって、1層目の情報記録層では勿論のこと、2層目以上の情報記録層からも十分な再生出力を得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】横軸を $n c_1/n a_1$ とし、縦軸を $k c_1/k a_1$ として、各種相変化材料の $n c_1, n a_1, k c_1, k a_1$ をプロットした特性図である。

【図2】横軸を $n c_2/n a_2$ とし、縦軸を $k c_2/k a_2$ として、各種相変化材料の $n c_2, n a_2, k c_2, k a_2$ をプロットした特性図である。

【図3】多層光ディスクの光学特性の測定に用いた光学系を示す模式図である。

【図4】本発明を適用した多層光ディスクの1構成例を示す断面図である。

【図5】本発明を適用した多層光ディスクの他の例を示す断面図である。

【符号の説明】

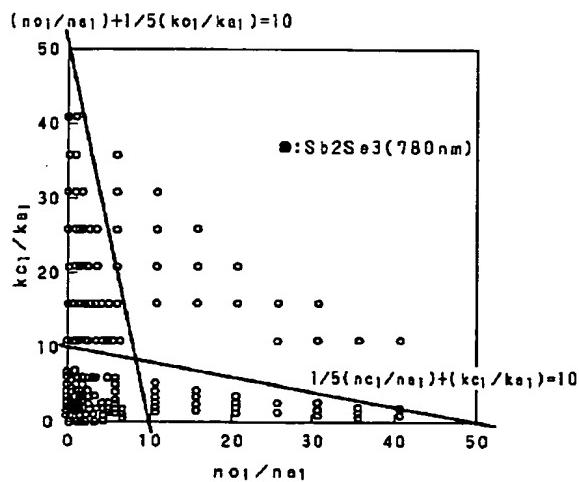
1, 14 透明基板

2, 4, 5, 15, 17, 43 情報記録層

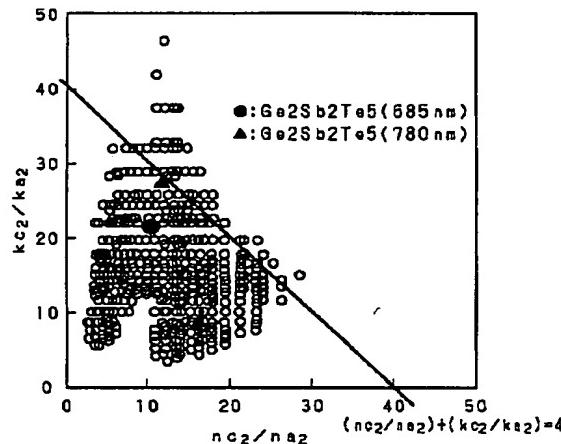
3, 16, 18 透明層

5, 43 記録部

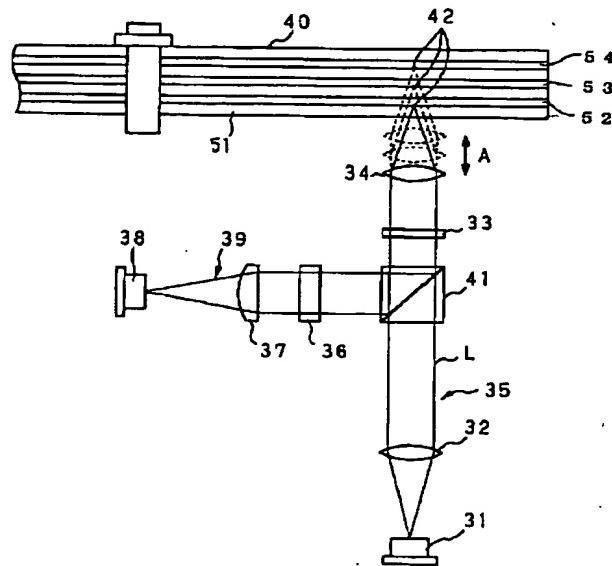
【図1】



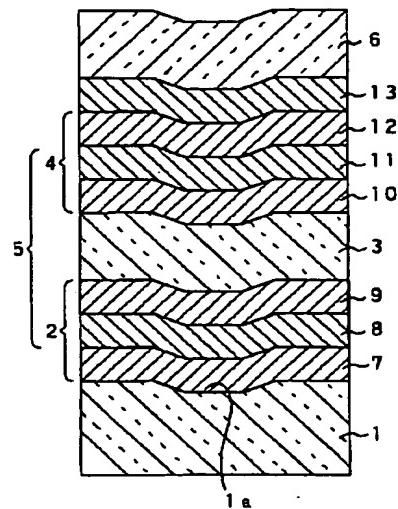
【図2】



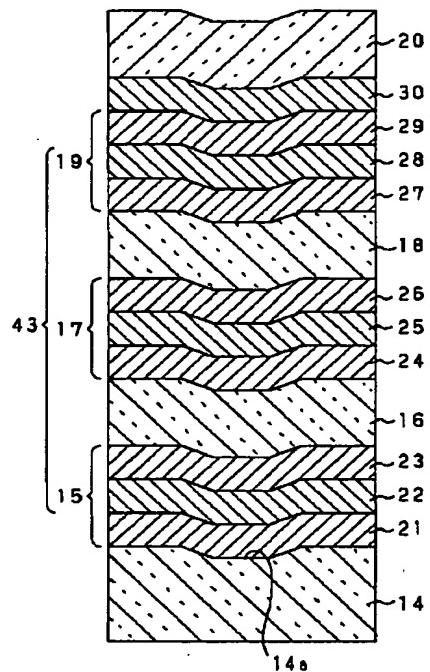
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 黒田 裕児  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内